

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040931

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

H03H 3/04

H03H 9/02

H03H 9/17

(21)Application number : 10-208392

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 23.07.1998

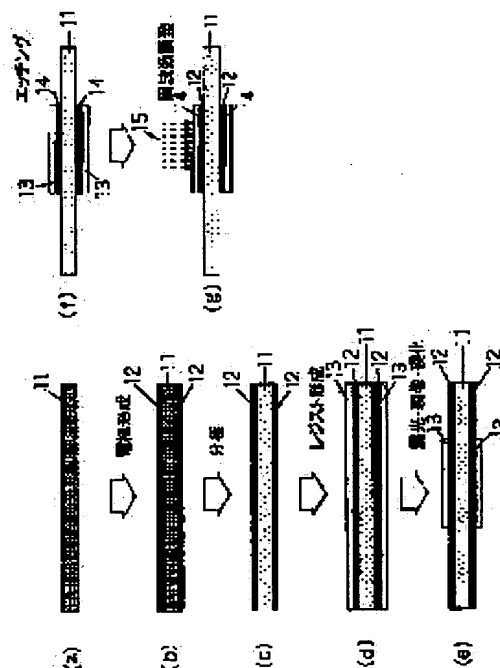
(72)Inventor : SOGO HIROSHI  
ASAHI TOSHIYUKI  
HASE HIROYUKI

## (54) PIEZOELECTRIC RESONATOR, MANUFACTURE THEREOF AND FREQUENCY ADJUSTING METHOD OF THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the manufacturing method and the frequency adjusting method of a piezoelectric resonator, which can precisely adjust a frequency without the occurrence of the defect of cracks or chippings.

**SOLUTION:** This manufacturing method of a piezoelectric resonator contains resist forming processes (d) and (e) for forming resist 13 on electrodes 12 formed on both principal faces of a ceramic substrate 11 in desired pattern forms, a vibration electrode forming process (f) for etching the electrodes 12 after the resist forming process and forming vibration electrodes 14 of a desired pattern forms and a frequency adjusting process (g) adjusting the frequency of the piezoelectric resonator, by removing the entire or a part of the resist 13 on the vibration electrodes 14 by laser beam 15, after the vibration electrode forming process.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-40931

(P2000-40931A)

(43) 公開日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 3 H	3/04	H 0 3 H	B 5 J 0 3 3
	9/02		M 5 J 0 4 1
	9/17		A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-208392

(22) 出願日 平成10年7月23日 (1998.7.23)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 十河 寛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 朝日 俊行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100092794

弁理士 松田 正道

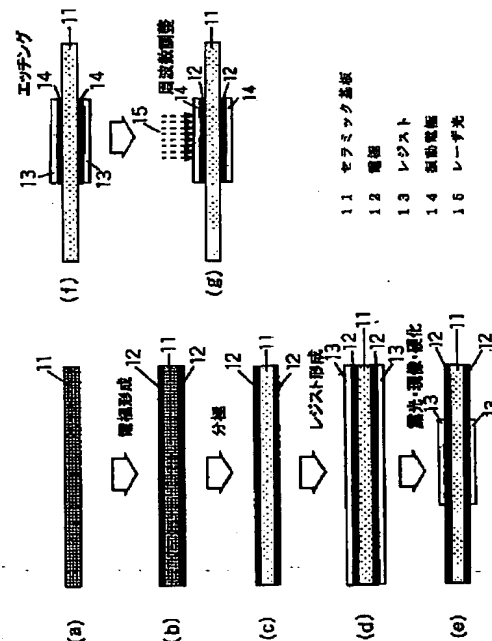
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電共振子、圧電共振子の製造方法および圧電共振子の周波数調整方法

(57) 【要約】

【課題】 高い周波数の圧電共振子を製造する場合、セラミック基板の厚みが薄くなるため (MHz帯の時、数百μm以下)、ラップ研磨を用いる機械的周波数調整方法では、割れや欠けを生じ、厚み精度0.1%が限界である。

【解決手段】 セラミック基板11の両主面に形成された電極12上に所望のパターン状にレジスト13を形成するレジスト形成工程 (図1 (d) (e)) と、前記レジスト形成工程の後、電極12をエッチングして、所望のパターン状の振動電極14を形成する振動電極形成工程 (図1 (f)) と、前記振動電極形成工程の後、レーザー光15によって振動電極14上のレジスト13の全部または一部を除去することによって、圧電共振子の周波数を調整する周波数調整工程 (図1 (g)) とを含む圧電共振子の製造方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板の両主面に形成された電極上に所望のパターン状にレジストを形成するレジスト形成工程と、前記レジスト形成工程の後、前記電極をエッチングして、前記所望のパターン状の振動電極を形成する振動電極形成工程と、前記振動電極形成工程の後、前記振動電極上の前記レジストの全部または一部を除去することによって、圧電共振子の周波数を調整する周波数調整工程とを含むことを特徴とする圧電共振子の製造方法。

【請求項2】 前記電極に電圧を印加することによって前記圧電基板を分極する分極工程を含み、前記分極工程は、前記レジスト形成工程の前に、または、前記振動電極形成工程の後でかつ前記周波数調整工程の前に、行われることを特徴とする請求項1に記載の圧電共振子の製造方法。

【請求項3】 前記レジストは、熱硬化性および/または光硬化性を有する樹脂であることを特徴とする請求項1または2に記載の圧電共振子の製造方法。

【請求項4】 前記周波数調整工程において、レーザー光により前記レジストを除去することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の圧電共振子の製造方法。

【請求項5】 圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜は、圧電共振子に所望の周波数を与えるのに必要な質量を有し、前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものであることを特徴とする圧電共振子。

【請求項6】 圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜が前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものである圧電共振子の周波数を調整する方法であって、前記質量負荷膜の全部または一部を、レーザー光またはその他の手段を用いて除去することによって、前記圧電共振子の周波数を調整することを特徴とする圧電共振子の周波数調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、エネルギー閉じ込め型の厚み縦や厚みすべり振動を用いた圧電セラミック共振子や圧電セラミックフィルタに使用される圧電共振子、圧電共振子の製造方法および圧電共振子の周波数調整方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より知られている圧電共振子の製造方法として、エネルギー閉じ込め型の圧電共振子を用いて説明する。厚み縦や厚みすべり振動を用いたエネルギー閉じ込め型共振子は、 $\text{厚み} \times \text{周波数} = K$  (周波数定数) の関係がある。よって、従来の製造方法においても、厚み精度を向上する為に、まず、セラミック基板を

用意する工程、次に、そのセラミック基板の厚みを所望の厚み、すなわち、狙いの周波数に仕上げるために、ラップ研磨を行う工程、次に蒸着により、セラミック基板の両主面に電極膜を形成する工程、次に絶縁油中で電極膜に高電圧を印加して分極する工程、次に分極に用いた電極を除去する工程、次に蒸着、スパッタリング等により、振動電極を形成する工程から構成されている製造方法が一般的である。

【0003】また、特開平7-58569公報、特開平6-224677公報で、開示されているように、周波数をさらに、精度良く調整するために、分極工程後にラップ研磨する製造方法や、振動電極を形成した後、振動電極面に、蒸着膜などの質量負荷膜を形成する製造方法が知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の製造方法においては、高い周波数の圧電共振子を製造する場合、セラミック基板の厚みが薄くなるため(MHz帯の時、数百 $\mu\text{m}$ 以下)、ラップ研磨を用いる機械的調整方法では、割れや欠けを生じるという課題と、厚み精度0.1%が限界であるという課題がある。また、蒸着によって質量負荷膜を形成する方法においても、周波数調整量の異なる大量の共振子を個別に蒸着量を変化させることが出来ない上、0.1%単位の調整が限界であるという課題が有る。

【0005】本発明は、このような従来の圧電共振子の製造方法が有する上述した課題を考慮して、割れや欠けなどの欠陥を生じさせることなく、精度良く周波数を調整することができる圧電共振子の製造方法および圧電共振子の周波数調整方法を提供することを目的とするものである。また、欠陥が無く、精度良く周波数が調整された圧電共振子を提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、第1の本発明(請求項1に記載の本発明に対応)は、圧電基板の両主面に形成された電極上に所望のパターン状にレジストを形成するレジスト形成工程と、前記レジスト形成工程の後、前記電極をエッチングして、前記所望のパターン状の振動電極を形成する振動電極形成工程と、前記振動電極形成工程の後、前記振動電極上の前記レジストの全部または一部を除去することによって、圧電共振子の周波数を調整する周波数調整工程とを含むことを特徴とする圧電共振子の製造方法である。

【0007】第2の本発明(請求項2に記載の本発明に対応)は、前記電極に電圧を印加することによって前記圧電基板を分極する分極工程を含み、前記分極工程が、前記レジスト形成工程の前に、または、前記振動電極形成工程の後でかつ前記周波数調整工程の前に、行われることを特徴とする第1の本発明の圧電共振子の製造方法である。

【0008】第3の本発明（請求項3に記載の本発明に対応）は、前記レジストが、熱硬化性および／または光硬化性を有する樹脂であることを特徴とする第1または第2の本発明の圧電共振子の製造方法である。

【0009】第4の本発明（請求項4に記載の本発明に対応）は、前記周波数調整工程において、レーザ光により前記レジストを除去することを特徴とする第1～第3のいずれかの本発明の圧電共振子の製造方法である。

【0010】第5の本発明（請求項5に記載の本発明に対応）は、圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜が、圧電共振子に所望の周波数を与えるのに必要な質量を有し、前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものであることを特徴とする圧電共振子である。

【0011】第6の本発明（請求項6に記載の本発明に対応）は、圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜が前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものである圧電共振子の周波数を調整する方法であって、前記質量負荷膜の全部または一部を、レーザ光またはその他の手段を用いて除去することによって、前記圧電共振子の周波数を調整することを特徴とする圧電共振子の周波数調整方法である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0013】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法を示す工程毎の断面図である。図1において、11は、セラミック基板、12は、電極、13は、レジスト、14は、振動電極、15は、レーザ光である。

【0014】まず、図1（a）に示すように、チタン酸ジルコン酸鉛などの圧電性を有するセラミックを主成分とするセラミック基板を用意する。

【0015】次に、図1（b）に示すように、電極を両主面に形成する。電極を形成する方法としては、蒸着、スパッタなどの乾式法及び無電解めっき法などの湿式法もしくは、導電性ペーストを印刷する方法のいずれでも可能である。

【0016】次に、図1（c）に示すように、分極を行う（本発明の分極工程に対応）。分極は、例えば、絶縁油中で、2～5KV/mmの電圧を印加する。但し、セラミック基板の厚みが薄いため、印加電圧が500V以下の時は、大気中でも可能である。

【0017】次に、図1（d）に示すように、電極上にレジスト層を形成する。

【0018】次に、図1（e）に示すように、レジスト

を所望のパターン状に形成する（図1（d）と合わせて本発明のレジスト形成工程に対応）。

【0019】次に、図1（f）に示すように、電極をパターン状にエッチングして振動電極や引き出し電極などを形成する（本発明の振動電極形成工程に対応）。

【0020】次に、周波数を測定した後、図1（g）に示すように、振動電極上にあるレジストをレーザ光により、部分的に除去して質量負荷を低減することで周波数を調整して、本発明の圧電共振子を得る（本発明の周波数調整工程に対応）。

【0021】尚、上記において、レジストは、樹脂もしくは金属が望ましい。樹脂の場合、光硬化性樹脂もしくは熱硬化性樹脂が望ましい。また、光硬化性と熱硬化性の両者の性質を持つ樹脂が特に望ましい。光硬化性樹脂を用いた場合、まず、図1（d）に示すように、電極の全面に樹脂形成した後、所望のパターン状に露光、現像し、図1（e）に示すようにパターンニングしたレジストを形成するが、エッチング後の振動電極や引き出し電極が高精度に得られる良点がある。熱硬化性の樹脂の場合、図1（d）の工程は不要で、図1（e）の様に、スクリーン印刷法などにより直接パターンニングした後、加熱、硬化しレジストを形成するが、光硬化性樹脂に比べて、セラミック基板や電極と高い密着性が得られることと、硬化後の硬さが高いため、振動阻害を起こしにくい良点がある。光硬化性と熱硬化性の両者の性質の樹脂の場合、両方の良点を得られる効果がある。金属をレジストとして用いた場合は、エッチングの際、電極を選択エッチングする必要があるため、電極と比してエッチング液に対する耐食性が高い金属でなければならない。例えば電極が銅、エッチング液が塩化第1鉄水溶液のときは、ニッケルやスズをレジストとして用いることが望ましい。

【0022】又、上記において、レーザ光は、レジストが樹脂の場合、波長が、400nm以下の例えば、エキシマレーザ光もしくは高調波YAGレーザ光が望ましい。その時用いる樹脂は、400nm以下の波長における吸収率が40%以上のものが望ましい。その理由は、レジストの除去を微細に出来るためであり、すなわち、周波数の調整が高精度に出来るためである。レジストが金属の場合は、基本波YAGレーザが望ましい。

【0023】以上の説明からわかるように、本実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法によれば、薄いセラミック基板において、ラップ研磨のような機械的調整が不要になる。又、分極に用いる電極と振動電極や引き出し電極を共用でき、振動電極などを形成する際のレジストを周波数調整に用いる質量負荷膜として共用できるため工程を削減できる。

【0024】（第2の実施の形態）次に、本発明の第2の実施の形態を図面を参照して説明する。図2は、本実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法を

示す工程毎の断面図である。図2において、21は、セラミック基板、22は、電極、23は、レジスト、24は、振動電極、25は、レーザ光である。

【0025】まず、図2(a)に示すように、チタン酸ジルコン酸鉛などの圧電性を有するセラミックを主成分とするセラミック基板を用意する。

【0026】次に、図2(b)に示すように、電極を両主面に形成する。電極を形成する方法としては、蒸着、スパッタなどの乾式法及び無電解めっき法などの湿式法もしくは、導電性ペーストを印刷する方法のいずれでも可能である。

【0027】次に、図2(c)に示すように、電極上にレジスト層を形成する。

【0028】次に、図2(d)に示すように、レジストを所望のパターン状に形成する(図2(c)と合わせて本発明のレジスト形成工程に対応)。

【0029】次に、図2(e)に示すように、電極をパターン状にエッチングして振動電極や引き出し電極などを形成する(本発明の振動電極形成工程に対応)。

【0030】次に、図2(f)に示すように、部分的に分極を行う(本発明の分極工程に対応)。分極は、例えば、絶縁油中で、2~5KV/mmの電圧を印加する。但し、セラミック基板の厚みが薄いため、印加電圧が500V以下の時は、大気中でも可能である。

【0031】次に、周波数を測定した後、図2(g)に示すように、振動電極上にあるレジストをレーザ光により、部分的に除去して質量負荷を低減することで周波数を調整して、本発明の圧電共振子を得る(本発明の周波数調整工程に対応)。

【0032】尚、上記において、レジストは、樹脂もしくは金属が望ましい。樹脂の場合、光硬化性樹脂もしくは熱硬化性樹脂が望ましい。また、光硬化性と熱硬化性の両者の性質を持つ樹脂が特に望ましい。光硬化性樹脂を用いた場合、まず、図2(d)に示すように、電極の全面に樹脂形成した後、所望のパターン状に露光、現像し、図2(e)に示すようにパターンニングしたレジストを形成するが、エッチング後の振動電極や引き出し電極が高精度に得られる良点がある。熱硬化性の樹脂の場合、図2(d)の工程は不要で、図2(e)の様に、スクリーン印刷法などにより直接パターンニングした後、加熱、硬化しレジストを形成するが、光硬化性樹脂に比べて、セラミック基板や電極と高い密着性が得られることと、硬化後の硬さが高いため、振動阻害を起こしにくい良点がある。光硬化性と熱硬化性の両者の性質の樹脂の場合、両方の良点を得られる効果がある。金属をレジストとして用いた場合は、エッチングの際、電極を選択エッチングする必要があるため、電極と比してエッチング液に対する耐食性が高い金属でなければならない。例えば電極が銅、エッチング液が塩化第1鉄水溶液のときは、ニッケルやスズをレジストとして用いることが望ま

しい。

【0033】又、レーザ光は、レジストが樹脂の場合、波長が、400nm以下の例えば、エキシマレーザ光もしくは高調波YAGレーザ光が望ましい。その時用いる樹脂は、400nm以下の波長における吸収率が40%以上のものが望ましい。その理由は、レジストの除去を微細に出来るためであり、すなわち、周波数の調整が高精度に出来るためである。レジストが金属の場合は、基本波YAGレーザが望ましい。

【0034】以上の説明からわかるように、本実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法によれば、薄いセラミック基板において、ラップ研磨のような機械的調整が不要になる。又、分極に用いる電極と振動電極や引き出し電極を共用でき、振動電極などを形成する際のレジストを周波数調整に用いる質量負荷膜として共用できるため工程を削減できる。

【0035】なお、上述した第1、第2の実施の形態においては、本発明の分極工程は、本発明のレジスト形成工程の前に、または、本発明の振動電極形成工程と周波数調整工程との間に行われるとして説明したが、これに限るものではなく、最終的に圧電共振子としての分極が行われてさえおればよい。また、本発明のレジスト形成工程の前に、圧電基板を用意して、これに電極を形成する工程を行うとして説明したが、これに限るものではなく、分極され、電極が形成された圧電基板を用意するとしてもよい。要するに、圧電基板の両主面に形成された電極上に所望のパターン状にレジストを形成するレジスト形成工程と、前記レジスト形成工程の後、前記電極をエッチングして、前記所望のパターン状の振動電極を形成する振動電極形成工程と、前記振動電極形成工程の後、前記振動電極上の前記レジストの全部または一部を除去することによって、圧電共振子の周波数を調整する周波数調整工程とを含む圧電共振子の製造方法であればよい。

【0036】また、上述した第1、第2の実施の形態においては、本発明の圧電共振子の製造方法を中心に説明したが、本発明の圧電共振子は、圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜が、圧電共振子に所望の周波数を与えるのに必要な質量を有し、前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものであることを特徴とするものである。また、本発明の圧電共振子の周波数調整方法は、圧電基板と、前記圧電基板を挟んで対向する振動電極と、前記振動電極上に形成された質量負荷膜とを備え、前記質量負荷膜が前記振動電極をエッチングにより形成する際にレジストとなり得る材質のものである圧電共振子の周波数を調整する方法であって、前記質量負荷膜の全部または一部を、レーザ光またはその他の手段を用いて除去することによって、前記圧電共振子の周波数を調整す

ることを特徴とするものである。本発明の圧電共振子の周波数調整方法は、例えば、本発明の圧電共振子を別の周波数のものに変更する場合に用いられる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、請求項1～4の本発明は、割れや欠けなどの欠陥を生じさせることなく、精度良く周波数を調整することができる圧電共振子の製造方法を提供することができる。すなわち、薄いセラミック基板において、ラップ研磨のような機械的調整が不要になる。又、分極に用いる電極と振動電極や引き出し電極を共用でき、振動電極などを形成する際のレジストを周波数調整に用いる質量負荷膜として共用できるため工程を削減できる。

【0038】また、請求項5の本発明は、欠陥が無く、精度良く周波数が調整された圧電共振子を提供することができる。

【0039】また、請求項6の本発明は、精度良く周波数を調整することができる圧電共振子の周波数調整方法

を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

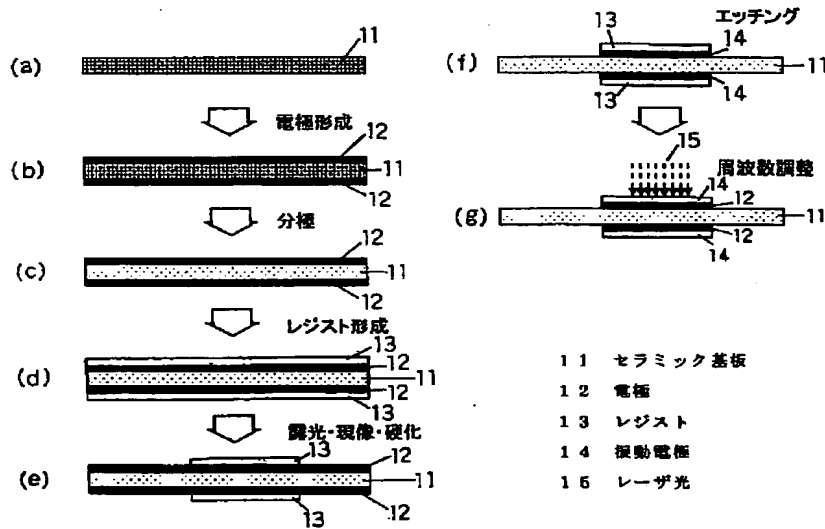
【図1】本発明の第1の実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法を示す工程毎の断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態における厚み縦振動の圧電共振子の製造方法を示す工程毎の断面図である。

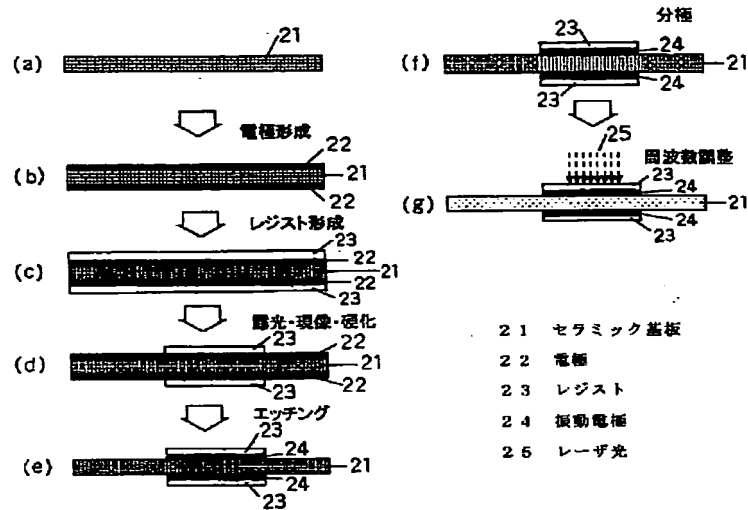
【符号の説明】

- 11 セラミック基板
- 12 電極
- 13 レジスト
- 14 振動電極
- 15 レーザ光
- 21 セラミック基板
- 22 電極
- 23 レジスト
- 24 振動電極
- 25 レーザ光

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷 裕之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5J033 AA02 BB04 CC13 DD02 KK02  
KK06  
5J041 AA12 AA15 CB05